ಮಾನವ ಸಹಿತ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಯಾನ-ತಾಂತ್ರಿಕ ಸವಾಲುಗಳು

ಮೂಲ ಲೇಖಕರು:

ಇ.ಜನಾರ್ದನ

ಉಪನಿರ್ದೇಶಕರು, ವಿಕ್ರಂ ಸಾರಾಭಾಯ್ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕೇಂದ್ರ, ತಿರುವನಂತಪುರ

ಅನುವಾದಕರು:

ಜಿ.ವಿ.ಸಿ.ರಾಜನ್

ಇ.ಐ.ಡಿ., ಇಸ್ರೊ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ, ಬೆಂಗಳೂರು-560 017

ಪ್ರಸ್ತಾವನೆ

ಕಳೆದ ನಾಲ್ಕು ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ದಾಪು ಹೆಜ್ಜೆಯಿಟ್ಟಿದ್ದು ದೇಶದ ಮಹತ್ತರ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ದೇಶದ ಅಮೂಲ್ಯ ಹಾಗೂ ಅನರ್ಘ್ಯ ಆಸ್ತಿಯೆಂದರೆ ಉತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆಯೇನಲ್ಲ. ಇವು ಸಂಪರ್ಕ ಹಾಗು ದೂರ ಸಂವೇದನಾ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ, ಪ್ರಾಕೃತಿಕ ಸಂಪನ್ಮೂಲ ಮೇಲುಸ್ತುವಾರಿ ಮತ್ತವುಗಳ ಕ್ರಮಬದ್ಧ ಉಪಯೋಗ, ದೇಶದ ರಕ್ಷಣೆ ಹಾಗು ಯಾನ ಪಥಸೂಚನೆಯಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸಿವೆ. ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ಸುಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ ಮಾತ್ರ ಅವು ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ಬಾಳುವುವಲ್ಲದೆ ವ್ಯಯಿಸಿದ ದ್ರವ್ಯಕ್ಕೆ ಗರಿಷ್ಟ ಪ್ರತಿಫಲ ನೀಡುತ್ತಾ ಎಡೆಬಿಡದೆ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುವುವು. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲೇ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ (ಊರ್ಜ) ಉತ್ಪಾದನೆ, ಚಂದ್ರ ಅಥವ ಭೂ ಕಕ್ಷೆಯ ವಸಾಹತೀಕರಣ, ಪದಾರ್ಥಗಳ ಪರಿಷ್ಕರಣೆ ಹಾಗೂ ಇನ್ನಿತರ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳಿಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಮೂಲಭೂತ ಸೌಕರ್ಯಗಳ ಸ್ಥಾಪನೆ, ಇತ್ಯಾದಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಹೊಸ ಆಯಾಮಗಳು. ಈ ಎಲ್ಲ ಕಾರ್ಯಗಳಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಮಾನವನ ಉಪಸ್ಥಿತಿ ಅತ್ಯಗತ್ಯ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವನ್ನು ಯಂತ್ರ ಮಾನವ ನಿರ್ವಹಿಸಬಹುದಾದರೂ, ಹಲವು ಕ್ಲಿಷ್ಟ ಕಾರ್ಯಗಳಿಗೆ ಬುದ್ಧಿವಂತನೂ, ಕಲ್ಪನಾ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳವನೂ, ಹಾಗು ಕಾರ್ಯಕುಶಲನೂ ಆದ ಮಾನವನೇ ಬೇಕೆಂದರೆ ಉತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆಯಾಗಲಾರದು. ಮಾನವನು ಈ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ಭಾಗವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಇವುಗಳ ವಿನ್ಯಾಸ ತಂತ್ರ ಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸವಾಲಾಗಿದ್ದು, ಭೂ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳ ವಿನ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಅತಿಕ್ಲಿಷ್ಟ ಹಾಗು ಮೂಲಭೂತವಾಗಿ ಬೇರೆಯೇ ಸರಿ. ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಸೀಮಿತವಾದ ಶೂನ್ಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ ಹಾಗು ತತ್ಸಂಬಂಧಿತ ದೈಹಿಕ ವ್ಯತ್ಯಯಗಳು ಮತ್ತು ದೈಹಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಮೇಲಿನ ಪ್ರಭಾವಗಳನ್ನೆದುರಿಸಲು ಮಾನವನಿಗೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಬೇಕು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವೆಂದರೆ, ಉಡ್ಡಯನ ವಾಹನ ಮೇಲೇರುವಾಗ ಹಾಗು ಇಳಿಯುವಾಗ ಮಾನವ ಎದುರಿಸುವ ಉಚ್ಚ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಣೆ ಮತ್ತು ಕಂಪನಗಳು, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಿಕಿರಣಗಳು, ಪರಿಯೋಜನೆಯ ಅಡ್ಡಿ-ಆತಂಕಗಳು, ಮಾನವನ ಬೌದ್ಧಿಕ ಮಿಡಿತ ಇತ್ಯಾದಿ. ಉಡ್ಡಯನ ವಾಹನಗಳು ಹಾಗು ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿರುವ ರಾಷ್ಟ್ರದ ಮುಂದಿನ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಬೃಹತ್ ಹೆಜ್ಜೆ ಮಾನವ ಸಹಿತ ಯಾನಗಳೆಂಬುದು ನಿರ್ವಿವಾದ. ಜಾಗರೂಕತೆಯಿಂದ ಹೆಜ್ಜೆ ಇಟ್ಟಾಗ ಮಾನವ ಕೋಟಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳ ಉತ್ಕೃಷ್ಟ ಲಾಭ ಒದಗುವುದರಲ್ಲಿ ಅನುಮಾನವಿಲ್ಲ.

೧.೦ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಮಾನವ ಪದಾರ್ಪಣೆಯ ಹಿನ್ನೆಲೆ

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಯುಗದಾರಂಭ 1950ರ ದಶಕದಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಶೋಧನೆ ಹಾಗೂ ಮಾನವನ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ರೂಢಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದರೊಡನೆ ಆರಂಭವಾಯಿತು. ಅಕ್ಟೋಬರ್ 1957ರ ರಷ್ಯಾದ 'ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್' ಉಡಾವಣೆ ಅಮೆರಿಕಾ ಮತ್ತು ರಷ್ಯಾಗಳ ನಡುವಿನ 'ಮೊದಲು ತಾನು' ಸ್ಪರ್ಧೆಗೆ ನಾಂದಿ ಹಾಡಿತು. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ನಾಯಕತ್ವ ಸಾಧಿಸಿ ಪ್ರಪಂಚದ ಆಗುಹೋಗುಗಳನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸುವ ಗುರಿ ಈ ದೇಶಗಳದಾಗಿತ್ತು. ಏಪ್ರಿಲ್ 12, 1961ರಲ್ಲಿ ಯೂರಿ ಗಗಾರಿನ್ ಅನ್ನು ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಿಸಿ ರಷ್ಯಾ ಮಾನವನನ್ನು ಕಕ್ಷೆಗೆ ಕಳುಹಿಸಿದ ಪ್ರಪಂಚದ ಮೊದಲ ರಾಷ್ಟ್ರ ಎಂಬ ಹೆಗ್ಗಳಿಕೆಗೆ ಪಾತ್ರವಾಯಿತು. ಇದರ

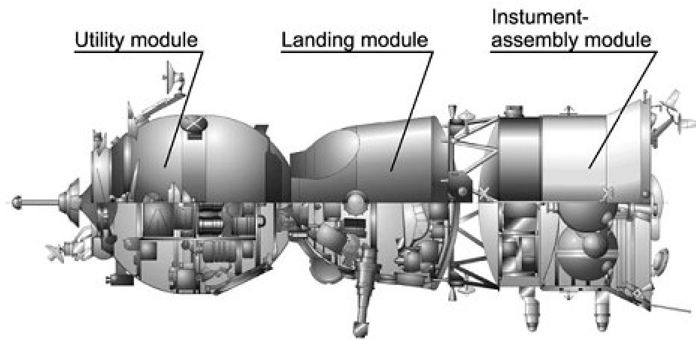
ನಂತರ ಹಲವು ಕ್ಲಿಷ್ಟ ಪರಿಯೋಜನೆಗಳು ಯಶಸ್ವಿಯಾದವು. ಇವುಗಳ ರೂವಾರಿ ರಷ್ಯಾ ಅಥವಾ ಅಮೆರಿಕಾ ದೇಶಗಳು. (**ಪಟ್ಟಿ**–1).

ಪಟ್ಟಿ–1 – ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಪ್ರಥಮಗಳು

ಕ್ರ. ಸಂ.	ಗಗನ ಯಾತ್ರಿ	ಯಾನ	ಟಿಪ್ಪಣಿ
೧.	ಯೂರಿ ಗಗಾರಿನ್	12 ಏಪ್ರಿಲ್, 1961 ವೋಸ್ಟಾಕ್–1	ಪ್ರಪ್ರಥಮ ಮಾನವ ಯಾನ (ರಷ್ಯಾ)
೨.	ಜಾನ್ ಗ್ಲೆನ್	20 ಫೆಬ್ರವರಿ, 1962 ಮರ್ಕ್ಯುರಿ–6	ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕದ ಪ್ರಥಮ ಮಾನವ
೩.	ವೆಲಂಟಿನ ತೆರೆಷ್ಕೋವ	16ರಿಂದ 19 ಜೂನ್, 1963 ವೋಸ್ಟಾಕ್–6	ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಪ್ರಪ್ರಥಮ ಮಹಿಳೆ (ರಷ್ಯಾ)
೪.	ಅಲೆಕ್ಸಿ ಲೆಯನೊವ್, ಪವೆಲ್ ಬೆಲ್ಯಯೆವ್	1ರಿಂದ 19 ಮಾರ್ಚ್, 1965 ವೊಸ್ಖೊಡ್–2	ಪ್ರಪ್ರಥಮ ವಾಹನ ಬಾಹ್ಯ ಚಟುವಟಿಕೆ (ರಷ್ಯಾ)
೫.	ನೀಲ್ ಆರ್ಮಸ್ಟ್ರಾಂಗ್, ಮೈಕೆಲ್ ಕಾಲಿನ್ಸ್, ಎಡ್ವರ್ಡ್ ಆಲ್ಡ್ರಿನ್	16ರಿಂದ 24 ಜುಲೈ, 1969	ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಪ್ರಥಮ ಮಾನವ ಪದಾರ್ಪಣೆ (ಅಮೆರಿಕ)
೬.	ಜಾನ್ ಡಬ್ಲ್ಯು ಯಂಗ್, ರಾಬರ್ಟ್ ಎಲ್ ಕ್ರಿಪ್ಪೆನ್	12 ಏಪ್ರಿಲ್, 1981 ಕೊಲಂಬಿಯಾ	ಪ್ರಪ್ರಥಮ ಷಟಲ್ ಉಡಾವಣೆ (ಅಮೆರಿಕ)

ಯೂರಿ ಗಗಾರಿನ್ ಅನ್ನು ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಿಸಿದ ಮೊಟ್ಟ ಮೊದಲ ಮಾನವಸಹಿತ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆ 'ವೊಸ್ಟಕ್' ಎರಡು ಘಟಕಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿತ್ತು. ಗೋಲಾಕಾರದ 'ಕಕ್ಷಾ ಸಿಬ್ಬಂದಿ ಘಟಕ', 'ಪುನರ್ ಪ್ರವೇಶ ಘಟಕ'ವೂ ಆಗಿತ್ತಲ್ಲದೆ ಹಿಂಬದಿಯಲ್ಲಿ ಬುಗುರಿಯಾಕೃತಿಯ 'ಸೇವಾ ಘಟಕ'ವನ್ನು ಹೊಂದಿತ್ತು. ಇದರಲ್ಲಿ ಉಪಕರಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಹಾಗೂ ಸಂಚಾಲನಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ಕೂಡಿದ್ದವು. ಪುನರ್ ಪ್ರವೇಶದ ಮೊದಲು ಈ ಸೇವಾ ಘಟಕ ಬೇರ್ಪಡುತ್ತಿತ್ತು.

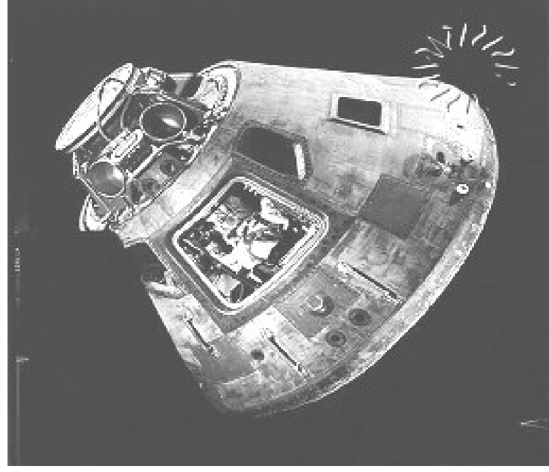
ಇದಾದ ನಂತರ ಹಲವಾರು ಸುಧಾರಣೆಗಳಿಗೆ ಒಳಪಟ್ಟ ಸೊಯುಜ್ ನೌಕೆ 'ಕಾರ್ಯ ವಾಹಕ' ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಾಗಿದ್ದು ಮೂವರು ಖಗೋಳ ಯಾತ್ರಿಗಳನ್ನು ಕಕ್ಷೆಗೆ ಒಯ್ದು ಹಿಂತರುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೊಂದಿತ್ತು. (ಚಿತ್ರ–1).



ಚಿತ್ರ–೧ : ಸೊಯುಜ್ 1 ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆ

ಅತ್ತ ಅಮೆರಿಕಾ ಚಂದ್ರಯಾನ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದ ಮೊದಲ ಹೆಜ್ಜೆಯಾಗಿ 'ಮರ್ಕ್ಯುರಿ' ತದನಂತರ 'ಜೆಮಿನಿ'ಗಳನ್ನು ಅಬಿವೃದ್ಧಿಗೊಳಿಸಿತು. ಇವು ಹಲವು ಯಾನಗಳನ್ನು ಪೂರೈಸಿದವು. ಇವುಗಳಿಂದ ದೊರೆತ ಮಾಹಿತಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು 'ಅಪೊಲೊ' ಯೋಜನೆ ರೂಪುಗೊಂಡಿತು. ಅಪೊಲೊ ಮೂವರು

ಗಗನಯಾತ್ರಿಗಳನ್ನು ಒಮ್ಮೆಗೆ ಚಂದ್ರನೆಡೆ ಒಯ್ದು ಹಿಂದೆ ಕರೆತರುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೊಂದಿತ್ತು. (ಚಿತ್ರ–2). ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದ ನಂತರ ಅಮೆರಿಕೆಯ ಷಟಲ್ ಉಡಾಯಿಸುವಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಯಿತು. ಈ ಷಟಲ್ ಭಾಗಶಃ ಪುನರ್ ಉಪಯುಕ್ತ ವಾಹನವಾಗಿದ್ದು ಏಳು ಗಗನಯಾತ್ರಿಗಳನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಿಸಿ ಹಿಂದೆ ಕರೆತರುವ ಸಮರ್ಥಶಾಲಿ.

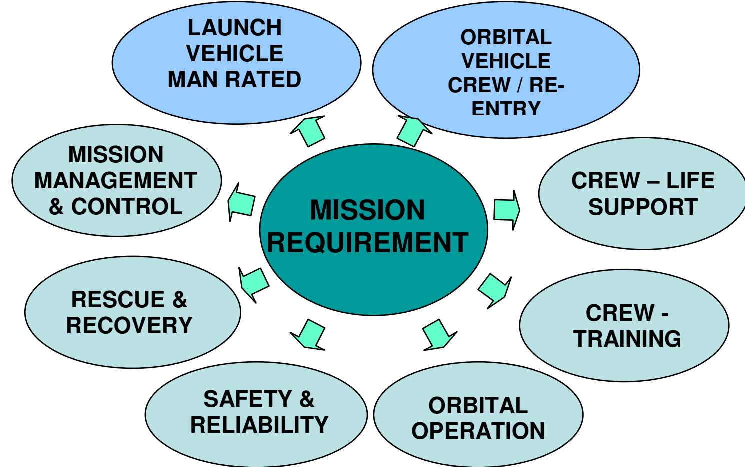


ಚಿತ್ರ–2 : ಅಪೊಲೊ ಸಿಬ್ಬಂದಿ ಘಟಕ

ಚೀನಾ ಸಹ ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಮುನ್ನಡೆ ಸಾಧಿಸಿದೆ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಅಂದರೆ ಅಕ್ಟೋಬರ್ 11, 2003ರಲ್ಲಿ ಶೆನ್ ಜ್ಹೊಹು–೫ರ ಉಡಾವಣೆಯ ಮೂಲಕ ಮಾನವನನ್ನು ಕಕ್ಷೆಗೆ ಕಳುಹಿಸಿದ ಹೆಮ್ಮೆಯ ಮೂರನೇ ರಾಷ್ಟ್ರವಾಯಿತು. ಈಗ ಭಾರತಕ್ಕೆ ಮಾನವನನ್ನು ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಿಸಿ, ನಾಲ್ಕನೆಯ ರಾಷ್ಟ್ರವಾಗಿ ಈ ಪ್ರತಿಷ್ಠಿತರ ಕೂಟ ಸೇರುವ ಸದವಕಾಶ ಲಭ್ಯವಿದೆ. ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳು ಹಲವು ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳ 'ಮಾಂಡೂಕ ಲಂಘನ'ಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುವುದಲ್ಲದೆ ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದ ಅಯಾಚಿತ ಲಾಭಗಳು ವೈದ್ಯ ಶಾಸ್ತ್ರ, ಪದಾರ್ಥ ಶಾಸ್ತ್ರ ಹಾಗೂ ಉಪಕರಣೀಕರಣ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ಉತ್ಕೃಷ್ಟ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಸಹಾಯವಾಗುವುದು ನಿಸ್ಸಂಶಯ.

೩.೦ ಮಾನವ ಯಾನದ ಭಾಗಗಳು:

ಮಾನವ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಯಾನಗಳು ಮೇಲ್ನೋಟಕ್ಕೆ ಗೋಚರಿಸುವಂತೆಯೇ ಬಹುಮುಖ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳೆಂಬುದರಲ್ಲಿ ಸಂಶಯವಿಲ್ಲ. ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಕ್ಕೆ ಉಡ್ಡಯನ ವಾಹನಗಳು, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕೋಶಗಳು ಹಾಗು ತತ್ಸಂಬಂಧಿತ ಜೀವ ರಕ್ಷಣಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು, ಯಂತ್ರ ಹಾಗು ಮಾನವ ಸಹಕಾರ್ಯ, ಸಿಬ್ಬಂದಿ ತರಬೇತಿ, ಅನುಕರಣೆಗಳು, ಪುನರ್–ಪ್ರವೇಶ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳ ಅಗತ್ಯವಿದೆ. ಈ ಪುನರ್–ಪ್ರವೇಶ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಯಾನದ ತೀವ್ರ ಬಲಗಳನ್ನೆದುರಿಸುವ ಉಪಾಯಗಳು ಮತ್ತು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಉಷ್ಣತೆಯ ವಾತಾವರಣ (2,000 ಡಿಗ್ರಿ ಕೆಲ್ವಿನ್) ಸಹಿಷ್ಣತೆ ತಂತ್ರ, ಸಿಬ್ಬಂದಿಯನ್ನು ಮರಳಿ ಪಡೆಯುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಸುರಕ್ಷಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಿಂದ ಸಜ್ಜಾಗಿರಬೇಕು. ಇದರ ಮತ್ತೊಂದು ವಿಶಿಷ್ಟತೆ ನಂಬಿಕಾರ್ಹತೆ ಹಾಗು ಕಠಿಣ ಯಾನ ನಿಭಾವಣೆ ಉಪಾಯಗಳು.(ಚಿತ್ರ–3 ನೋಡಿ). ಮೇಲಿನ ಪ್ರತಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯೂ ಬೇರೆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳೊಡನೆ ಸಹಕಾರ್ಯ ಮಾಡಬೇಕಿರುವುದರಿಂದ ಬೃಹತ್ ಪ್ರಮಾಣದ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ ಅಗತ್ಯವಾಗಿದ್ದು ಪರಿಯೋಜನೆಯ ಧ್ಯೇಯೋದ್ದೇಶಗಳ ನಿಯೋಜನೆಯಾಗಬೇಕಿದೆ.



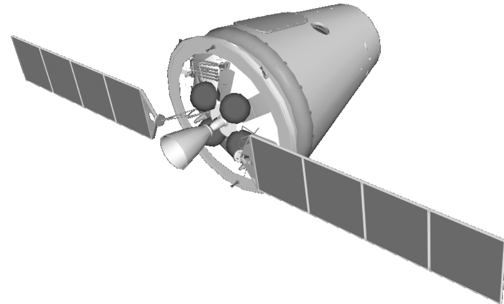
ಚಿತ್ರ–3 : ಮಾನವಯಾನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಅಂಗಗಳು

೪.೦ ಮಾನವ ಘಟಕದ ವಿನ್ಯಾಸ:

ಸಿಬ್ಬಂದಿ ಘಟಕದ ಸಮಗ್ರ ವಿನ್ಯಾಸ, ಮಾನವ ನಿರ್ವಹಿಸಬೇಕಾದ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಸಿಬ್ಬಂದಿಯ ಸಂಖ್ಯೆ, ಯಾನದ ಅವಧಿ, ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ನಿರ್ವಹಿಸಬೇಕಾದ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು, ಉದಾ: ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿಎರಡು ವಾಹನಗಳ ಜೋಡಣೆ, ವಾಹನ ಬಾಹ್ಯ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳ ದುರಸ್ತಿ, ಹಾಗೂ ಯಾನ ಸಂಬಂಧಿ ಕಾರ್ಯಗಳು ಇದರ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸುವಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಯಾನದ ಅವಧಿ ವಿಸ್ತಾರಗೊಂಡಂತೆ ಸಿಬ್ಬಂದಿಯ ಸೌಖ್ಯ ಹಾಗು ಸುರಕ್ಷತೆಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಗಮನ ನೀಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಹಾಗು ಜೀವಿಸುವ ಪರಿಸರದ ವಿನ್ಯಾಸ ಕ್ಲಿಷ್ಟತೆಯಿಂದ ಕೂಡಿದ್ದು, ಇದು ಸಿಬ್ಬಂದಿಯ ಕಾರ್ಯಕ್ಷಮತೆ ಹಾಗು ಕಾರ್ಯ ವೈಖರಿಯ ಮೇಲೆ ನೇರ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುತ್ತದೆ. ಸಿಬ್ಬಂದಿ ಎಷ್ಟು ಬೇಗ ಹಾಗೂ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಈ ಹೊಸ ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳುವರು, ಮಾನಸಿಕ ಹಾಗು ದೈಹಿಕ ಸುಸ್ಥಿತಿ ಕಾಪಾಡಿಕೊಳ್ಳುವರು ಮತ್ತು ವಿಭಿನ್ನ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ನಿಭಾಯಿಸುವರು ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದು ಈ ಯಾನದ ಮುಖ್ಯಾಂಶಗಳಲ್ಲೊಂದು. ಈ ಮೇಲಿನ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಗಮನದಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಹಾಗು ನೂತನ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಮುನ್ನಡೆಯನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿ ಈ ಕೆಳ ಕಾಣಿಸಿರುವ ವಿನ್ಯಾಸ ಗುರಿಗಳನ್ನು ಪಟ್ಟಿ ಮಾಡಬಹುದು.

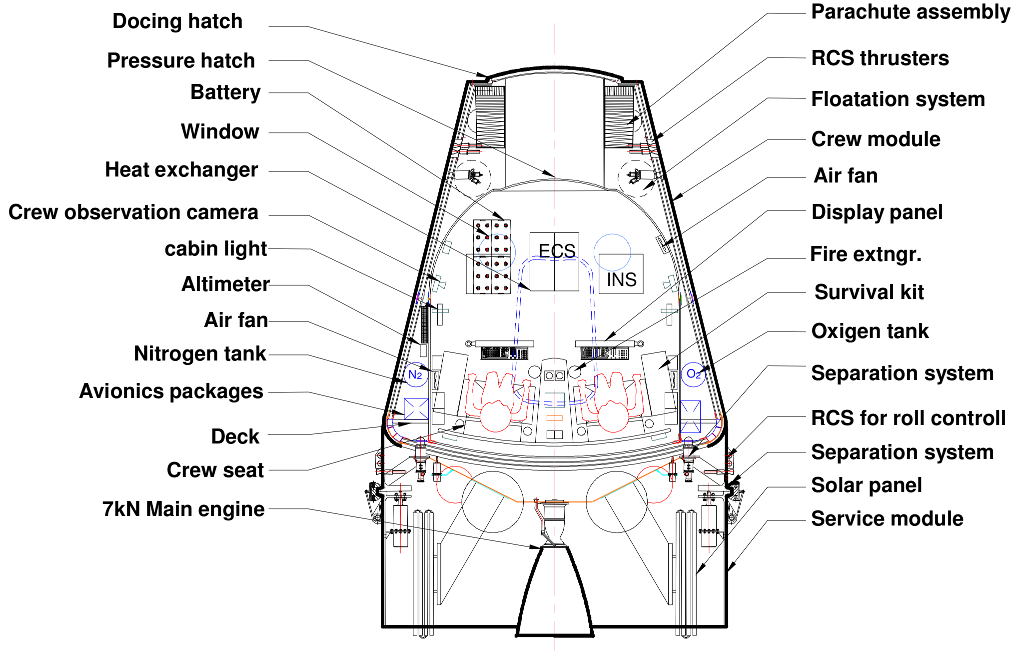
- ಈ ಸ್ವಾಯತ್ತ ಮಾನವ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆ ಇಬ್ಬರು ಸಿಬ್ಬಂದಿಯನ್ನು 400 ಕಿ.ಮೀ. ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಿಸಿ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಹಿಂದಿರುಗಿಸಬೇಕು.
- ಮೊದಲಲ್ಲಿ ಯಾನದ ಅವಧಿ ಕೆಲವೇ ಕಕ್ಷೆಗಳಾಗಿದ್ದು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಏಳು ದಿನಗಳಿಗೆ ವಿಸ್ತರಿಸಬಹುದು.
- ಕ್ಯಾಬಿನ್ನಿನಲ್ಲಿ ದಿನ ಸಾಮಾನ್ಯ ಉಡುಪು ಧರಿಸಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸಬಹುದಾದ ವಾತಾವರಣವಿರಬೇಕು. ಕ್ಯಾಬಿನ್ನಿನ ಗಾತ್ರ 6 ರಿಂದ 8 ಘನ.ಮೀ ಸಾಕಾಗಬಹುದು. ಇದು ಸಂಪೂರ್ಣ ಬದಲೀ ಜೀವ ರಕ್ಷಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಹೊಂದಿರಬೇಕು.
- ಯಾನ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯಗಳು ಅಥವಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳೊಡನೆ ಸಮಾಗಮ ಸ್ಥಾನ ತಲುಪಿ ಜೋಡಣೆಗೊಳ್ಳುವ ಅರ್ಹತೆ ಹೊಂದಿರಬೇಕು.
- ಯಾವುದೇ ತುರ್ತು ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಮಹಾಯಾನವನ್ನು ಸ್ಥಗಿತಗೊಳಿಸಿ ಸಿಬ್ಬಂದಿಯನ್ನು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಭೂಮಿಗೆ ಮರಳಿಸುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ಯಾನದಾದ್ಯಂತ ಲಭ್ಯವಿರಬೇಕು.
- 'ವಾಹನ ಬಾಹ್ಯ ಚಟುವಟಿಕೆ'ಗೆ ಅಗತ್ಯವಿದ್ದಾಗ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಬೇಕು.
- ಯಾನ ಪರಿಸರ ಸಿಬ್ಬಂದಿಯ ಸಹಿಷ್ಣತಾ ಮಿತಿಯಲ್ಲಿರಬೇಕು.
- ಯಾನ ಭೂಮಿ ಅಥವಾ ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ಇಳಿದಾಗ ಸಿಬ್ಬಂದಿ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿರಬೇಕು.
- 'ಯಂತ್ರ ಚಾಲಿತ ಕೈ', ಸಿಬ್ಬಂದಿಗೆ ತಪಾಸಣೆ ಹಾಗು ದುರಸ್ತಿ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಸಹಾಯ ನೀಡುವುದಲ್ಲದೆ, ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿರಬೇಕು.

ಈ ಗುರಿಗಳನ್ನು ಸಾಧಿಸಲು ಹಲವು ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ಲಭ್ಯವಿವೆ. ಪರಿಯೋಜನೆಯ ಕಾರ್ಯತಂತ್ರ ಹಾಗೂ ಯಾನದ ತೂಕದ ಮೇಲೆ ಪ್ರತಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ವಿನ್ಯಾಸ ಪರಿಣಾಮ ಹೊಂದಿದೆ. ಇದಲ್ಲದೆ ಪುನರ್-ಪ್ರವೇಶ ವಾಹನ, ಅರ್ಧ ಕ್ಷಿಪಣಿಯ ರೂಪುರೇಷೆ ಹೊಂದಿದ್ದು, ಅಪೊಲೊ ಅಥವಾ ಸೊಯುಜ್‌ಗೆ ಹತ್ತಿರವಾಗಿರಬಹುದು. ಹಾಗಿಲ್ಲದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಇದು 'ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಷಟಲ್' ನಂತಿರಬಹುದು. ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಒಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯದಂತೆ ಅರ್ಧ ಕ್ಷಿಪಣಿ ರೂಪುರೇಷೆಯ ವಾಹಕ ಸರಳವಾಗಿದ್ದು ಹೆಚ್ಚಿನ 'ನಂಬಿಕಾರ್ಹತೆ' ನೀಡುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿದೆ. ಕಕ್ಷಾ ಘಟಕ ಎರಡು ಭಾಗಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದೆ. (ಚಿತ್ರ ೪).



ಚಿತ್ರ–4 : ಮಾನವ ಕಕ್ಷಾ ಘಟಕದ ಮಾದರಿ

ಮುಂದಿನ 'ಸಿಬ್ಬಂದಿ ಘಟಕ' ಸಿಬ್ಬಂದಿಯ ಮನೆಯಾಗಿರುವುದಲ್ಲದೆ, ಜೀವ ರಕ್ಷಣಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ನಿಯಂತ್ರಣ ಹಾಗು ಮಾರ್ಗದರ್ಶನ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಮತ್ತು ಪರಿಯೋಜನೆ ನಿಬಂಧನೆ ಹಾಗು ಜೋಡಣಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯೊಡನೆ ಸಜ್ಜಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದೂ ಅಲ್ಲದೆ ಇದು ಪುನರ್-ಪ್ರವೇಶ ಘಟಕವಾಗಿಯೂ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರ ಸಮಗ್ರ ನಕ್ಷೆ ಚಿತ್ರ 5ರಲ್ಲಿ ಬಿಂಬಿತವಾಗಿದೆ. ಹಿಂಬದಿಯಲ್ಲಿ ಸೇವಾ ಘಟಕ ಜೋಡಣೆಗೊಂಡಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಸೌರ ಕೋಶ ಹಾಗೂ ಇಂಧನ ಕೋಶ ಆಧಾರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಸಂಚಾಲನಾ, ದಿಶೆ-ನಿಯಂತ್ರಣ ಮತ್ತು ಮಾರ್ಗದರ್ಶನ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಸೇರಿವೆ. ಈ ನಿಯಂತ್ರಣ ಮತ್ತು ಮಾರ್ಗದರ್ಶನ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಯಾನ ಏರುವಾಗ ಕಕ್ಷೆಯ ಎತ್ತರ ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಮತ್ತು ಪುನರ್-ಪ್ರವೇಶಿಸುವಾಗ ಯಾನದ ವೇಗವನ್ನು ಇಳಿಸಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ಸೇವಾ ಘಟಕ ಜೋಡಣೆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಅಗತ್ಯವಾದ 'ಕೌಶಲಪೂರ್ಣ ಹೊಂದಾಣಿಕೆ'ಗಳನ್ನು ಮಾಡುವುದಲ್ಲದೆ ಘಟಕದ ದಿಕ್ಕು-ದೆಸೆಯನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸುತ್ತದೆ. ಈ 'ಕೌಶಲಪೂರ್ಣ



ಚಿತ್ರ-5 : ಸಿಬ್ಬಂದಿ ಘಟಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ನಕ್ಷೆ

ಹೊಂದಾಣಿಕೆ'ಗಳು ಪರಿಯೋಜನೆಯ ಅಗತ್ಯಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಯಂತ್ರ ಚಾಲಿತ ಕೈ ಸಹ ಈ ಘಟಕದ ಭಾಗವಾಗಿದ್ದು ಕಠಿಣ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಣೆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಸಿಬ್ಬಂದಿಗೆ 'ವ್ಯವಸ್ಥೆ ತಪಾಸಣೆ' ಹಾಗು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸೇವಾ ಘಟಕ ಪುನರ್-ಪ್ರವೇಶದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಸಿಬ್ಬಂದಿ ಘಟಕದಿಂದ ಬೇರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಈ ಸೇವಾ ಘಟಕ ಉಡ್ಡಯನ ವಾಹನದೊಡನೆ ಕೂಡ ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ.

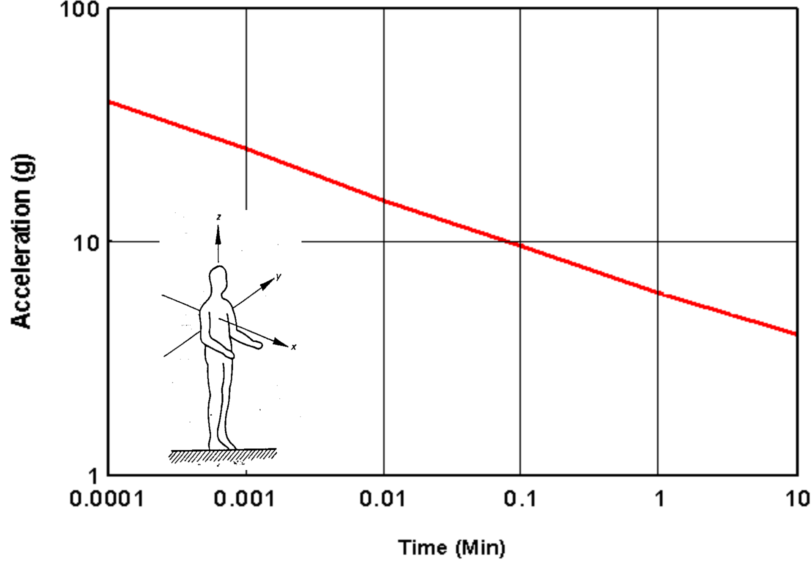
೫.೦ ಉಡ್ಡಯನ ವಾಹನಗಳ ಮಾನವ- ಸುರಕ್ಷೆ ಸೂಚ್ಯಂಕ

ಮಾನವ ಸುರಕ್ಷೆ ಸೂಚ್ಯಂಕ ಉಡ್ಡಯನ ವಾಹನ, ಸಿಬ್ಬಂದಿಯ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಎಷ್ಟು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಪ್ರಮಾಣೀಕರಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಸೂಚ್ಯಂಕ ನಿರ್ಧರಿಸುವಾಗ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗುವ ಅಂಶಗಳು ಕೆಳಕಾಣಿಸಿರುವಂತಿವೆ.

- ಉಡ್ಡಯನ ವಾಹಕದ ನಂಬಿಕಾರ್ಹತೆ ಸಂಖ್ಯೆ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಅಂದರೆ (0.999) ಇರಬೇಕು. ಇದರ ಗರಿಷ್ಟ ಮಿತಿ 1.0 ಎಂಬುದು ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ಅಂಶ. ಈ 0.999 ವಿಮಾನಗಳ ಸೂಚ್ಯಂಕಕ್ಕೆ ಹತ್ತಿರವಾಗಿದೆ. ಈ ಸೂಚ್ಯಂಕವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವ ಕೆಲವು ಅಂಶಗಳೆಂದರೆ ವಾಹಕದ ಸಂಚಾಲನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿಂದ

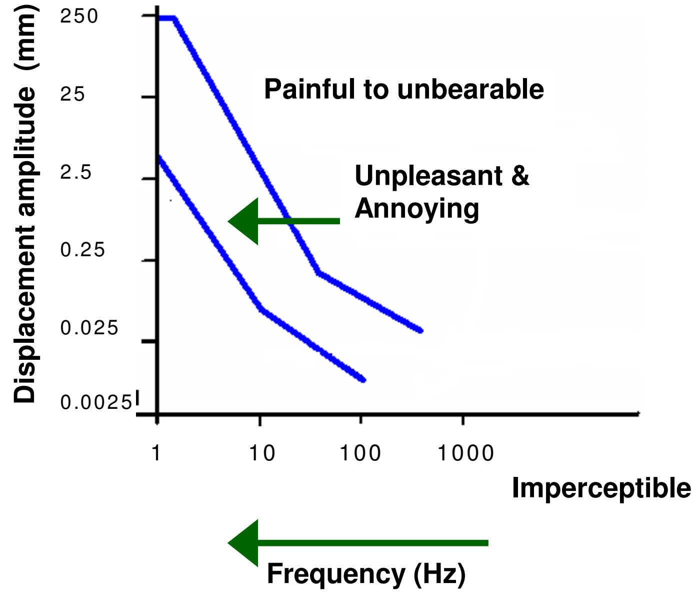
ಮೊದಲ್ಗೊಂಡು ವಿನ್ಯಾಸ ಮಾರ್ಜಿನ್, ಬದಲೀ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಕಾರ್ಯತಂತ್ರ, ವಾಹಕ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಆಯ್ಕೆ, ತುರ್ತು ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿರುವ 'ಸುರಕ್ಷತಾ ಆಯ್ಕೆ'ಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ.

– ತಾಳಬಹುದಾದ ವಾಹಕ ಪರಿಸರದ ಕೆಲವು ಅಂಶಗಳೆಂದರೆ ಮಾನವ ಅನುಭವಿಸಬಹುದಾದ, ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ, ವೇಗ ಮತ್ತು ಶಬ್ದ ಪರಿಸರ ಇತ್ಯಾದಿ. ಇವುಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ತ ವಿನ್ಯಾಸದ ಮೂಲಕ ಸಾಧಿಸಬೇಕು. (ಚಿತ್ರ 6 ಮತ್ತು 7)



ಚಿತ್ರ 6: ಮಾನವನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಮಿತಿಗಳು (ಎದೆಗೆ ಊರ್ಧ್ವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ)

Below 2 Hz for lateral (Right to left)



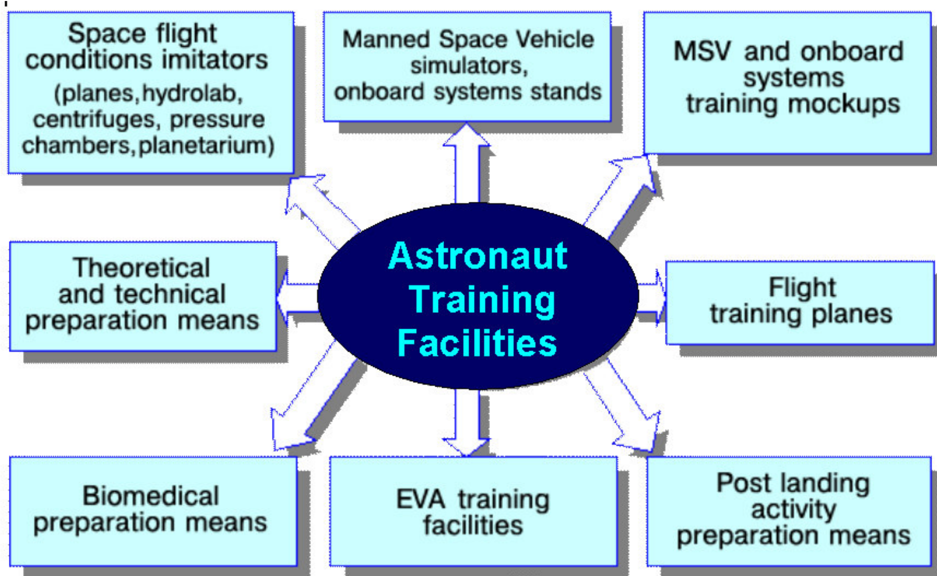
ಚಿತ್ರ 7 : ಮಾನವ ಸಹಿಸಬಹುದಾದ ಕಂಪನಗಳ ಮಿತಿ

– ತುರ್ತು ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಮಾನವನನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಯೋಜನೆ, ಅಪಾಯ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಸಿಬ್ಬಂದಿ ಪಾರುಮಾಡುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಯಾನದ ಕಡ್ಡಾಯ ಅಗತ್ಯಗಳು.

– ವಾಹನ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಣೆ, ಸರ್ವ ಹವಾಮಾನ ವಾಹನ ಉಡ್ಡಯನ ಅರ್ಹತೆ, ತುಕ್ಕು ಹಿಡಿಸದ ಮತ್ತು ಅಪಾಯಕಾರಿಯಲ್ಲದ ದ್ರವಗಳ ಉಪಯೋಗ, ಸುರಕ್ಷಾ ವಿಧಿಗಳು ಈ ಕಾರ್ಯವಾಹಕ ಮಹಾಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುತ್ತವೆ.

೬.೦ ಪರಿಯೋಜನೆ ನಿಭಾವಣೆ:

ಈ ಪರಿಯೋಜನೆ ನಿಭಾವಣೆಯ ಮುಖ್ಯ ಅಂಗ, ಎಲ್ಲ ಹಂತಗಳಲ್ಲೂ ವಾಹನ ಪಥಸೂಚನೆ, ಮಾರ್ಗದರ್ಶನ ಮತ್ತು ನಿಯಂತ್ರಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಗೆ ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣ ಕಕ್ಷಾ ಘಟಕ ಮಾನವನನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದು. ಉಪಕರಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಸಿಬ್ಬಂದಿ ಆರೋಗ್ಯ ಅವಲೋಕನೆ, ವಿಶ್ವವ್ಯಾಪಿ ದೂರಮಾಪನ ಹಾಗೂ 'ಲಕ್ಷ್ಯ ವೇದಿ' ಜಾಲ, ಪರಿಯೋಜನೆ ನಿಯಂತ್ರಣಾ ಕಕ್ಷದೊಡನೆ ಸದಾ ಸಂಪರ್ಕವಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವುದು, ತುರ್ತು ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ತತ್ಕಾಲದಲ್ಲಿ ನಿರ್ಧರಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಈ ಪರಿಯೋಜನೆ ವಿನ್ಯಾಸದ ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಅಂಗ. ಪುನರ್–ಪ್ರವೇಶ ಹಾಗೂ ಮರಳಿಪಡೆವ ಕಾರ್ಯ, ಪರಿಯೋಜನೆ ದ್ವಾರ ನಿಯೋಜಿತ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ವಿನ್ಯಾಸ ಹಾಗು ಅವುಗಳ ನಿರ್ವಹಣೆ ಸಹ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಒಳಗೊಂಡಿರಬೇಕು. ಬದಲಾಗುವ ಉಡ್ಡಯನ ಪರಿಸರ (ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ, ಕಂಪನ ಹಾಗು ಶಬ್ಧ ಪರಿಸರ) ವನ್ನು ತಾಳಲು ಸಿಬ್ಬಂದಿಗೆ ತರಬೇತಿ ಅತ್ಯಗತ್ಯ. (ಚಿತ್ರ ೮ ನೋಡಿ). ಇದಲ್ಲದೆ ಶೂನ್ಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆ ಚಾಲನಾ ತರಬೇತಿ ಹಾಗೂ



ಚಿತ್ರ 8 : ಗಗನ ಯಾತ್ರಿಗಳ ತರಬೇತಿ ಸೌಕರ್ಯಗಳು

ಪರಿಯೋಜನೆ ನಿಯೋಜಿತ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಸಿಬ್ಬಂದಿಗೆ ಕಲಿಸಬೇಕು. ಪರಿಯೋಜನೆಯ ಯಶಸ್ಸಿಗೆ ಪರಿಪೂರ್ಣ ಸಮ್ಮಿಲಿತ ಪರಿಯೋಜನೆ ನಿಭಾವಣೆ ಕಾರ್ಯ ತಂತ್ರ ಹಾಗೂ ಅದನ್ನು ಕಾರ್ಯಗತಗೊಳಿಸುವುದು, ವಿವಿಧ ಅಸಫಲತೆಯ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳನ್ನು ನಿಭಾಯಿಸುವುದು ದಿವ್ಯ ಮಂತ್ರವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಪಾಯ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಸಿಬ್ಬಂದಿಯನ್ನು ಪಾರುಮಾಡುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಅಂತರಿಕ್ಷ ಪೋಷಾಕುಗಳು ಹಾಗೂ ಸುಖಾಸೀನ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿದ ಪೀಠಗಳು (ಯಾನ ಮೇಲೇರುವಾಗ ಹಾಗು ಪುನರ್ ಪ್ರವೇಶಿಸುವಾಗ ಉತ್ಪನ್ನಗೊಳ್ಳುವ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲಗಳನ್ನೆದುರಿಸಲು ಇವು ಅತ್ಯಗತ್ಯ), ಬದಲೀ ಜೀವ ರಕ್ಷಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು, ಕಾರ್ಯಕ್ಷಮತೆ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಅಳವಡಿಸಲಾದ ಒಳವಾಸ್ತು, ಅಗ್ನಿ ನಿರೋಧಕ ಮತ್ತು ಕಲುಷಿತಗೊಳಿಸದ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಉಪಯೋಗದಿಂದ ಯಾನವನ್ನು ಮಾನವನಿಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾದ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಸುಖಪ್ರದವಾಗುವಂತೆ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಬೇಕು. ಈ ತಾಂತ್ರಿಕ ಸವಾಲುಗಳನ್ನೆದುರಿಸಲು ವೈಮಾನಿಕ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು ಹಾಗು ವಾಯುಪಡೆಯಲ್ಲಿರುವ ತಾಂತ್ರಿಕತೆಗಳನ್ನು ರೂಢಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಅತ್ಯಗತ್ಯವೆಂದರೆ ತಪ್ಪಿಲ್ಲವಷ್ಟೆ.

ಉಪಸಂಹಾರ:

ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ, ಭಾರತೀಯ ಮಾನವಸಹಿತ ಯಾನದ ಅಗತ್ಯ ಮತ್ತು ಮಾನವ ಯಾನಗಳ ಚರಿತ್ರಾರ್ಹ ಹಿನ್ನೆಲೆಯನ್ನು ಮೇಲೆ ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಯಾನದ ಪ್ರಮುಖ ಆಂಗಗಳು, ತತ್ಸಂಬಂಧಿತ ಅಗತ್ಯಗಳು, ತಾಂತ್ರಿಕ ಸವಾಲುಗಳು ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನ ಭೂಮಿಕೆ ವಹಿಸಿವೆ. ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ರೂಪುರೇಷೆ, ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಣೆ ವಿನ್ಯಾಸ, ಯಾನ ಪರಿಸರ, ಪರಿಯೋಜನೆ ನಿಭಾವಣೆ ಮತ್ತು ಸಂಬಂಧಿತ ವಿಷಯಗಳು ಹಾಗು ಕಾರ್ಯತಂತ್ರಗಳನ್ನು ಚರ್ಚಿಸಲಾಗಿದೆ.